

Materials and method for producing a corrosion and abrasion-resistant layer by thermal spraying

Publication number: DE10025161

Publication date: 2001-11-29

Inventor:

Applicant: JOMA CHEMICALS AS LIMINGEN (NO)

Classification:

- international: C23C4/10; C23C4/12; C23C4/10; C23C4/12; (IPC1-7):
C23C4/12; C23C4/10

- european: C23C4/10B; C23C4/12

Application number: DE20001025161 20000523

Priority number(s): DE20001025161 20000523

Also published as:



WO0190435 (A1)

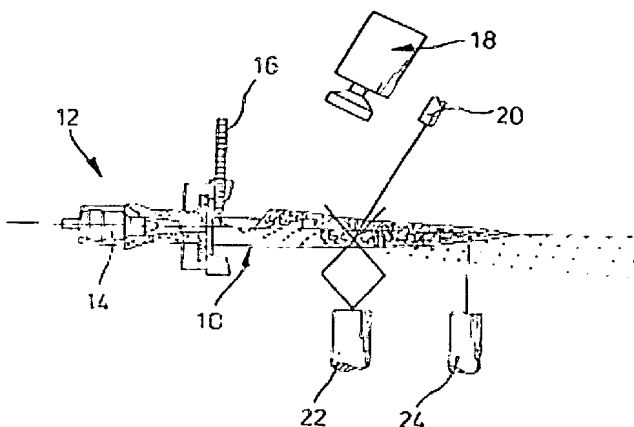
US2004013813 (A1)

EP1290238 (A0)

[Report a data error here](#)

Abstract of DE10025161

The invention relates to a method for producing a corrosion and abrasion resistant layer on a substrate by flame spraying, in particular by atmospheric or vacuum plasma spraying, high-power plasma spraying, or shroud plasma spraying of a material based on iron oxide, which consists of pure Fe_2O_3 . According to said method, the application of the layer of the material is monitored by an online control and monitoring system.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

THIS PAGE BLANK (USPTO)

7804 693/6014



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 100 25 161 A 1**

⑤1 Int. Cl.7:
C 23 C 4/12
C 23 C 4/10

⑳ Aktenzeichen: 100 25 161.7
㉒ Anmeldetag: 23. 5. 2000
㉔ Offenlegungstag: 29. 11. 2001

DE 100 25 161 A 1

<p>㉑ Anmelder: Joma Chemicals AS, Limingen, NO</p> <p>㉓ Vertreter: Hiebsch Peege Behrmann, 78224 Singen</p>	<p>㉕ Erfinder: Erfinder wird später genannt werden</p>
---	--

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- ⑤4 Werstoff und Verfahren zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht durch thermisches Spitzen
- ⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat durch Flamm-spritzen, insbesondere durch Plasmaspritzen in der Luft oder im Vakuum, Hochleistungs-Plasmaspritzen (HPPS) oder Shroud-Plasmaspritzen (SPS), eines Werkstoffes auf Eisenoxidbasis, der aus reinem Fe_2O_3 besteht, und bei dem das Aufbringen der Schicht aus dem Werkstoff durch ein Online-Kontroll- und Steuersystem überwacht wird.

DE 100 25 161 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft einen Werkstoff und ein Verfahren zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat durch thermisches Spritzen.

[0002] Korrosions- und Verschleißschuttschichten werden üblicherweise aus Pulvergemischen verschiedener Art auf zu schützende Oberflächen in der Fabrikation oder zum Unterhalt aufgebracht. Dazu werden in der Hauptsache thermische Spritzverfahren oder Aufdampfverfahren wie CVD (chemical vapor deposition) oder PVD (plasma vapor deposition) eingesetzt. Mit den CVD- und PVD-Verfahren können dünne Korrosions- und Verschleißschuttschichten auf Oxid- oder Hartstoffbasis, besonders in der Massenproduktion, aufgebracht werden. Zudem werden elektrochemische oder galvanische Verfahren eingesetzt.

[0003] Mittels des thermischen Spritzens werden in der Hauptsache Schichten einer Schichtdicke von mehr als 0,1 mm geschaffen. Bei den durch thermisches Spritzen hergestellten korrosions- und verschleißfesten Schichten handelt es sich zumeist um metallische oder oxidische Schichten, in die zur Verbesserung Hartstoffe eingelagert werden.

[0004] Eines der größten Probleme bei den thermischen Spritzverfahren ist das Herstellen von Schichten konstanter Eigenschaften und Qualität. Aus diesem Grunde konnten die thermischen Spritzverfahren an Substraten oder Teilen mit hohen Qualitätsansprüchen in der Serienproduktion nur begrenzt Anwendung finden.

[0005] Versuche mit Auswahl des Werkstoffes bezüglich seiner chemischen Zusammensetzung oder seiner Form – etwa zum einen des Drahtdurchmessers eines Fülldrahtes oder zum anderen der Korngrößenverteilung und der Kornform des Spritzpulvers – führten zu keiner ausreichenden Qualitätssteigerung. Auch Änderungen an den Spritzanlagen verhalfen nicht zu einer besseren Qualität.

[0006] Es fanden Versuche statt, Verschleiß- und Korrosionsschutz durch thermisch aufgespritzte Schichten aus Eisenoxid zu schaffen. Bei allen Versuchen dieser Art zeigte sich, dass die Qualität der jeweiligen Schicht in Hinblick auf den Schichtaufbau nur unter großem Aufwand einigermaßen gesichert zu werden vermochte.

[0007] In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, das Herstellen einer konstanten verschleiß- und korrosionsfesten Oberflächenbeschichtung auf Oxidbasis auf dem Wege des thermischen Spritzens zu verbessern.

[0008] Zur Lösung dieser Aufgabe führen die Lehren der unabhängigen Patentansprüche; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale.

[0009] Erfindungsgemäß weist der Schichtwerkstoff zum Herstellen der korrosions- und verschleißfesten Schicht reines Fe_2O_3 auf.

[0010] Besonders vorteilhaft hat sich nämlich als Schichtwerkstoff reines Eisenoxid Fe_2O_3 mit und ohne metallische Werkstoffe und/oder metallischen Verbindungen bewährt. Die unter Online-Kontrolle hergestellten Schichten zeigten gegenüber den bekannten Schichten eine wesentlich bessere Stabilität mit hervorragenden Eigenschaften.

[0011] Zudem hat sich ein Werkstoff mit einem Zusatz aus Karbid/en oder Nitrid/en oder Silizid/en oder Borid/en oder Oxiden als günstig erwiesen oder ein Werkstoff, dessen Zusätze Mischungen aus Metallen, intermetallischen Verbindungen, Karbiden, Nitriden, Siliziden, Boriden und/oder Oxiden sind.

[0012] Die Zusätze von bis zu 50 Gew.-%, vorzugsweise

bis zu 40 Gew.-%, zum Werkstoff können etwa Cr, CrNi oder ferritische Stähle sein.

[0013] Bei den Hartstoffen haben sich die Karbide, Nitride, Silizide, Boride und Oxide als Zusätze bewährt. Bei den Karbiden eignen sich die Karbidbildner wie Wolfram, Chrom Molybdän, Niob, Tantal, Titan, Vanadium od. dgl.. Der Zusatz der Karbide sollte auf höchstens 30 Gew.-% – vorzugsweise 20 Gew.-% – begrenzt werden. Bei den Boriden und Nitriden als Zusätze in dieser Höhe werden Verbesserungen der Eigenschaften festgestellt. Oxidische Zusätze von Chromoxid (Cr_2O_3) in einer Größenordnung von 1 bis 40 Gew.-% – vorzugsweise 5 bis 30 Gew.-% – zeigen ebenfalls gute Resultate.

[0014] Um eine hohe Qualität zu erreichen, müssen die pulverförmigen Spritzwerkstoffe eine Korngröße von 0,05 bis 150 μm – vorzugsweise 0,1 bis 120 μm – besitzen. Bei den Gemischen von verschiedenen pulverförmigen Werkstoffen empfiehlt es sich, zur Vermeidung einer Entmischung und zur Verbesserung des Fließverhaltens diese zu agglomerieren oder sprühzutrocknen.

[0015] Beim Einsatz drahtförmiger Spritzwerkstoffe mit hohem Eisenoxidanteil kann im Rahmen der Erfindung aus einem metallischen Mantel und Eisenoxidpulver ein Fülldraht hergestellt werden.

[0016] Zum Aufbringen der Verschleiß- und/oder Korrosionsschicht sind erfindungsgemäß alle thermischen Spritzverfahren wie das autogene Flamspritzen, das Hochgeschwindigkeits-Flamspritzen (HVOF Spritzen), das Plasmaspritzen unter Luft (APS), das Shroud-Plasmaspritzen (SPS), das Vakkumspritzen (LPPS), das Hochleistungs-Plasmaspritzen (HPPS), das autogene Drahtspritzen oder Lichtbogen-Drahtspritzen einsetzbar.

[0017] Die Online-Kontrolle und Steuerung erfolgt mit einer Kombination von verschiedenen Verfahren, die es erlauben, die Temperatur des Partikels bzw. den Aufschmelzgrad, die Partikelgröße, die Geschwindigkeit, das Auftreffen desselben auf das Substrat sowie die Erwärmung der Schicht und des Substrats während des Spritzvorgangs zu messen. Die Messsignale werden dann dem Computer einer Steueranlage für die Spritzanlage zugeleitet und die Flammenparameter sowie die Leistung den Werten angepasst.

[0018] Vom Erfinder wurde also festgestellt, dass es möglich ist, eine den oben erwähnten Anforderungen gerecht werdende Beschichtung zu schaffen, wenn als Werkstoff ein Oxid auf Eisenbasis verwendet wird, dem man – in Abhängigkeit von dem zu lösenden Korrosions- oder Verschleißproblem – Metalle, Hartstoffe oder intermetallische Verbindungen zusetzt. Der Werkstoff muss nach einem bestimmten Herstellungsverfahren erzeugt werden; erfindungsgemäß wird ein aus dem pulverförmigen Werkstoffgemisch durch Sprühtrocknen hergestelltes Pulverkorn mit guten Fließeigenschaften vorgeschlagen sowie ein aus dem pulverförmigen Werkstoffgemisch mittels eines Agglomerationsverfahrens hergestelltes entmischungssicheres Pulverkorn.

[0019] Die Spritzanlage wird mit einem Online-Kontroll- bzw. Steuersystem zur Überwachung ausgerüstet, um Schichten mit einer hohen Qualität und gleichbleibenden Eigenschaften durch Aufspritzen herstellen zu können.

[0020] Dazu hat sich eine Online-Kontrolle und Steuerung mittels einer auf den Spritzstrahl gerichteten ITG-Kamera, einen LDA-Detektor mit LDA-Laser sowie einen HSP-Kopf als günstig erwiesen oder eine Online-Kontrolle mittels einer auf den Spritzstrahl gerichteten ITG-Kamera und einen HSP-Kopf eines Messkörpers.

[0021] Gemessen werden soll durch die Online-Kontrolle und Steuerung günstigerweise die Partikelgeschwindigkeit in der Spritzflamme, etwa durch ein Laser-Doppler-Anemometer anhand eines von einem Lasergerät ausgeschickten

Strahles, der durch eine Sendeoptik in zwei Teilstrahlen zerlegt wird.

[0022] Nach einem anderen Merkmal der Erfindung wird durch die Online-Kontrolle und Steuerung die Partikeltemperatur in der Spritzflamme mittels eines Hochgeschwindigkeits-Pyrometers beobachtet. Dies erfolgt etwa mittels Infrarot-Thermographie.

[0023] Auch hat es sich als günstig erwiesen, durch die Online-Kontrolle und Steuerung die Gasmenge zu messen, etwa eine Plasmagasmenge.

[0024] Dank der Online-Kontrolle und Steuerung ist man auch in der Lage, eine gemessene Strom-Spannungscharakteristik auszuwerten oder eine der Spritzflamme zugeführte Pulvermenge zu messen.

[0025] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt jeweils schematisch in

[0026] Fig. 1 ein Online-Steuer- und Kontroll-System für eine Plasmaanlage;

[0027] Fig. 2 eine Anlage zur Infrarot-Thermographie (ITG) und zur Hochgeschwindigkeits-Pyrometrie (HSP = High Speed Pyrometry) beim thermischen Spritzen;

[0028] Fig. 3 ein Schema zur Infrarot-Thermographie (ITG);

[0029] Fig. 4, 5 jeweils eine Anlage zur Hochgeschwindigkeits-Pyrometrie (HSP);

[0030] Fig. 6 eine Ausgestaltung eines Laser-Doppler-Anemometer (LDA);

[0031] Fig. 7 eine Skizze zur Partikelform-Messung im Fluge (PSI = Particle Shape Imaging);

[0032] Fig. 8 eine Partikeltemperatur-Messung im Fluge (PTM = Particle Temperature Measurement);

[0033] Fig. 9 eine Skizze zur Messung von Partikeltemperatur und -geschwindigkeit.

[0034] Zum Aufbringen von Verschleiss- und/oder Korrosionsschichten sind alle thermischen Spritzverfahren – wie das autogene Flamspritzen, das Hochgeschwindigkeits-Flamspritzen (HVOF), das Plasmaspritzen unter Luft (APS), das sog. Shroud-Plasmaspritzen (SPS), Plasmaspritzen im Vakuum (LPPS), High-Power-Plasmaspritzen (HPPS), autogenes oder Lichtbogen-Drahtspritzen – einsetzbar. Die Online-Kontrolle und Steuerung erfolgt mittels einer Kombination aus verschiedenen Verfahren, die es erlauben, die Temperatur des Partikels bzw. den Aufschmelzgrad, die Partikelgröße, die Geschwindigkeit, den Aufprall desselben auf dem Substrat sowie die Erwärmung der Schicht und des Substrats während des Spritzvorgangs zu messen. Die Messsignale werden dann dem Computer des Steuerungsteils der thermischen Spritzanlage zugeleitet, um die Flammenparameter und die Leistung den gemessenen Werten anpassen zu können.

[0035] Ein in Fig. 1 dargestelltes Online-Steuer- und Kontrollsystem für die Flamme bzw. den Spritzstrahl 10 einer bei 12 angedeuteten Spritzpistole od. dgl. Spritzvorrichtung 12 mit deren Brenndüse 14 vorgeordneter Pulverzuführung 16 – weist über den Spritzstrahl 10 eine ITG-Kamera 18 – also eine Infrarot-Thermographie-Kamera – sowie ein Laser-Doppler-Anemometer (LDA-Detektor) 20 für einen unterhalb des Spritzstrahls 10 erkennbaren LDA-Laser 22 auf; neben diesem ist ein HSP-Kopf 24 – HSP = high speed pyrometry – zu erkennen, der mit einem spulenähnlichen Messkörper 26 verbunden ist.

[0036] Zum Messen von Substrattemperatur T_s und Beschichtungstemperatur T_c mittels der Infrarot-Thermographie liegt nach Fig. 3 ein – mit einer Beschichtung 32 zu versehendes – Substrat 30 im Aufnahmebereich einer ITG-Kamera 18. Von dieser geht ein Glasfaserkabel 36 aus, das

zu einer bei 42 angedeuteten Video-PC-Karte – 500 KHz – führt. An diese ist ein Rechner 46 mit Monitor 48 angeschlossen, dem hier ein Temperaturaufnahmegerät 50 zugeordnet ist.

[0037] In Fig. 4 ist zum Messen der Kühlrate bzw. der Beschichtungstemperatur T_c mittels Hochgeschwindigkeits-Pyrometrie (HSP) der Beschichtung 32 des Substrates 30 der HSP-Kopf 24 zugeschaltet, der über einen AD-Konverter 52 an einen Speicherelement 44 und Monitor 48 aufweisenden – Rechner 46 angeschlossen ist. Ein Hochgeschwindigkeitspyrometer mit HSP-Kopf 24, AD-Konverter 52 sowie mit einem Rechner 46, der ein Benutzermenue 54, ein Kontrollmenue 56 und Graphiksoftware 58 enthält, kann man Fig. 5 entnehmen.

[0038] Mit dem Verfahren der sog. Laser-Doppler-Anemometrie (LDA) kann bei geringem Zeit- und Arbeitsaufwand eine Optimierung der Spritzparameter erreicht werden. Bei der bevorzugten Zweistrahltechnik wird der Strahl 60 eines bei 62 angedeuteten Argon-Ionenlasers ($\lambda = 514,5$ nm, $P = 150$ mW) durch eine Sendeoptik 64 in zwei Teilstrahlen 60_a, 60_b gleicher Intensität zerlegt. Beide Teilstrahlen 60_a, 60_b werden in ein ortsfestes Meßvolumen 66 fokussiert. Sie schneiden sich dort unter einem definierten Winkel so, dass ein streifenförmig intensitätsmoduliertes Interferenzmuster entsteht. Ein Partikel des Spritzstrahls 10, das dieses Streifenmuster durchfliegt, erzeugt ein zeitlich periodisch veränderliches Streulichtsignal 68 für eine Empfangsoptik mit Photodetektor 70. Die Modulationsfrequenz des Streulichtsignals 68 ist proportional zur Geschwindigkeitskomponente des Teilchens senkrecht zum Interferenzstreifensystem. Die Häufigkeit der LDA-Streulichtsignale ist ein Maß für die lokale Dichte der Partikel im Plasmaspritzstrahl 10. Durch Abscannen des Strahls ist eine orts aufgelöste Messung relevanter Partikelparameter möglich. Hieraus können Ergebnisse wie Geschwindigkeitsverteilung, Trajektorien und Verweilzeiten der Partikel gewonnen werden.

[0039] Da eine individuelle Bestimmung von Größe und Form eines Spritzpartikels mit LDA nicht durchführbar ist, wird gemäß Fig. 7 das Particle-Shape-Imaging (PSI) eingesetzt, ein bildgebendes Verfahren zur orts aufgelösten Bestimmung von Größe und Form einzelner Pulverpartikel in Plasmaspritzstrahlen 10. Das Messprinzip beruht auf einer telemikroskopischen Abbildung der Schatten der Partikel, die Messmethode weist als Vorteile eine hohe Lichtstärke im Vergleich zu Streulichtverfahren und gleichzeitig eine Reduktion auf die gewünschte Bildinformation auf. Ähnlich wie bei der Laser-Doppler-Anemometrie wird der Strahl 60 eines Nd-YAG Dauerstrichlasers 60_a ($\lambda = 532$ nm, $P = 100$ mW) an einem Strahlteiler 72 mit Spiegeln 74 in zwei gleichintensive Teilstrahlen 60_a, 60_b aufgespalten, die mittels der Spiegel 74 in der Gegenstandsebene E des Fernmikroskopieobjektivs eines Fernmikroskops 76 gekreuzt werden. Dessen Verwendung erlaubt die Einhaltung eines Sicherheitsabstands von 600 mm zum Messobjekt. Bei einem Abbildungsmaßstab 1 : 10 wird noch eine optische Auflösung von 2,7 μ m erreicht. Das Bildaufnahmesystem besteht aus einer CCD-Kamera 78 mit einem vorgeschalteten Micro-Channel-Plate (MCP)-Bildverstärker einer minimalen Belichtungszeit von 5 ns.

[0040] Die geometrische Abmessung des 512 \times 512 Pixel CCD-Chips und der Tiefenschärfebereich des Objektivs ergeben ein Messvolumen von 410 \times 410 \times 940 μ m³.

[0041] Für den Fall, dass sich ein Partikel im Messvolumen exakt in der Gegenstandsebene E befindet, werden von beiden Strahlen 64, 64_a Teilschatten generiert, die sich bei der Abbildung auf den CCD-Chip vollständig decken und damit einen Vollschatten bilden. Proportional zum Abstand

der Partikel von der Gegenstandsebene E wandern die Teil-
schatten in der Bildebene auseinander und der Vollschatten-
bereich nimmt ab. Mit diesem Effekt kann die Lage eines
Teilchens relativ zur Gegenstandsebene E bestimmt werden.
Fläche und Kontur des Schattenbildes geben Aufschluss
über Größe und Form des Teilchens. Das ebenfalls abgebil-
dete LDA-Interferenzstreifenmuster liefert dabei den Grö-
ßenmaßstab. Mit der minimalen Belichtungszeit der MCP-
CCD-Kamera von 5 ns ergibt sich ein Wert von 500 m/s als
maximale Partikelgeschwindigkeit, bei der die Bewegungs-
unschärfe das optische Auflösungsvermögen nicht über-
steigt.

[0042] Beim Verfahren der sog. In-flight-Partikeldiagnose
– wozu auf **Fig. 8** verwiesen sei – kann man unabhängig
vom Spritzverfahren je Sekunde bis zu 200 einzelne Partikel
in jedem Punkt eines Spritzstrahls simultan auf ihre Oberflä-
chentemperatur, Geschwindigkeit und Größe hin vermes-
sen. Eine nicht widergegebene Verfahrenseinheit ermöglicht
zusätzlich das Abrastern einer Ebene senkrecht zum Spritz-
strahl **10**, so dass die Verteilung der Partikel im Spritzstrahl
10 genau ermittelt werden kann. Die Temperaturbestim-
mung erfolgt mittels Zweiwellenlängenpyrometrie bei $995 \pm 25 \mu\text{m}$
und $787 \pm 25 \mu\text{m}$. Die Partikel werden dabei als
graue Strahler behandelt, so dass die Kenntnis des exakten
Emissionsgrads für die Temperaturmessung nicht notwen-
dig ist. Das System umfasst das Abbilden einer Zweischlit-
zmaske **80** mit $25 \mu\text{m} \times 50 \mu\text{m}$ – an einem Messkopf **82** – in
einem Brennpunkt in etwa 90 mm Abstand mit hoher Tie-
fenschärfe. So entsteht ein Messvolumen, das entsprechend
der graphischen Darstellung über **Fig. 10** durch zwei sicht-
bare und einen dazwischenliegenden Schattenbereich cha-
rakterisiert wird. Das Messvolumen beträgt etwa $170 \times 250 \times 2000 \mu\text{m}^3$.
Die Eigenstrahlung einzelner Partikel, die dieses Messvolumen
durchfliegen, wird über zwei IR-Detektoren mit zwei unterschiedlichen
Wellenlängen aufgenommen. Durch die zwei Teilmessvolumina
entstehen zwei Temperaturspitzen in Folge. Der zeitliche Abstand
der beiden Peaks ist ein Maß für die Geschwindigkeit des Partikels.
Das Prinzip entspricht dem der Lichtschranke.

[0043] Diese Vorgehensweise ermöglicht die Bestimmung
von Partikeloberflächentemperaturen zwischen 1.350°C und
 4000°C . Die messbare Partikelgröße hängt im wesentlichen
von der Temperatur der Partikel ab. Sie ist nach unten auf
etwa $10 \mu\text{m}$ sowie nach oben auf etwa $300 \mu\text{m}$ begrenzt und
wird durch die vom Partikel abgestrahlte absolute Energie
bestimmt, die proportional zum Quadrat des Durchmessers
ist. Der messbare Geschwindigkeitsbereich beträgt
 $30 \text{ m/s} - 1500 \text{ m/s}$.

[0044] Die Darstellung der **Fig. 9** schließt an jene in **Fig. 1**
an und verdeutlicht das Messen der Partikeltemperatur und
der Geschwindigkeit mittels eines HSP-Kopfes **24**.

[0045] Die Vorgehensweise wird durch ein Anwendungs-
beispiel weitergehend erörtert:

BEISPIEL 1

[0046] Eine Gussform zum Herstellen von Zinkguss soll
mit einer Schicht versehen werden, durch die ein Anbacken
an der Form vermieden wird.

[0047] Auf der Form-Innenseite wurde eine mit einer On-
line-Kontrolle ausgerüsteten Luft-Plasmaanlage (APS) mit
einer Leistung von 50 KW verwendet.

[0048] Die Schicht sollte eine Schichtstärke von 0,1 bis
0,5 mm aufweisen, als Spritzwerkstoff wurde ein Pulver mit
der Zusammensetzung
85 Gew.-% Fe_2O_3 ,
15 Gew.-% Cr_2O_3 verwendet.

1. Verfahren zum Herstellen einer korrosions- und ver-
schleißfesten Schicht auf einem Substrat durch Flamms-
spritzen, insbesondere durch Plasmaspritzen in der
Luft oder im Vakuum, Hochleistungs-Plasmaspritzen
(HPPS) oder Shroud-Plasmaspritzen (SPS), eines
Werkstoffes auf Eisenoxidbasis, der aus reinem Fe_2O_3
besteht, und bei dem das Aufbringen der Schicht aus
dem Werkstoff durch ein Online-Kontroll- und Steuer-
system überwacht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch
ein online-gesteuertes Drahtflammspritzverfahren oder
ein online-gesteuertes Lichtbogendrahtspritzverfahren
als Beschichtungsverfahren.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet
durch eine Online-Kontrolle und Steuerung mittels ei-
ner auf den Spritzstrahl (**117**) gerichteten ITG-Kamera
(**18**), einen LDA-Detektor (**20**) mit LDA-Laser (**22**) so-
wie einen HSP-Kopf (**24**) (**Fig. 1**).

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, ge-
kennzeichnet durch eine Online-Kontrolle und Steue-
rung durch ein Erfassen der Partikelgeschwindigkeit in
der Spritzflamme.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 4,
gekennzeichnet durch eine Online-Kontrolle und
Steuerung mittels eines Erfassens der Partikelge-
schwindigkeit in der Spritzflamme durch ein Laser-
Doppler-Anemometer anhand eines von einem Laser-
gerät (**62**) ausgeschiedenen Strahles (**60**), der durch eine
Sendeoptik (**64**) in zwei Teilstrahlen (**60a**, **60b**) zerlegt
wird (**Fig. 6**).

6. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet
durch eine Online-Kontrolle und Steuerung durch ein
Erfassen der Partikeltemperatur in der Spritzflamme
mittels eines Hochgeschwindigkeits-Pyrometers.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 6,
gekennzeichnet durch eine Online-Kontrolle und
Steuerung, bei der die Partikeltemperatur in der Spritz-
flamme mittels Infrarot-Thermographie gemessen wird
(**Fig. 3**).

8. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet
durch eine Online-Kontrolle und Steuerung, bei der die
gemessene Gasmenge analysiert wird.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1, 2 oder 8,
gekennzeichnet durch eine Online-Kontrolle und
Steuerung, bei der eine gemessene Plasmagasmenge
analysiert wird.

10. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet
durch eine Online-Kontrolle und Steuerung, bei der
eine gemessene Strom-Spannungscharakteristik ausge-
wertet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet
durch eine Online-Kontrolle und Steuerung, bei der
eine der Spritzflamme zugeführte Pulvermenge gemes-
sen wird.

12. Verfahren zum Herstellen einer korrosions- und
verschleißfeste Schicht nach einem der Ansprüche 1
bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Beschich-
tungsverfahren ein Online-gesteuertes Plasmaspritz-
verfahren, das als Plasmagas Luft verwendet, ange-
wendet wird.

13. Verfahren zum Herstellen einer korrosions- und
verschleißfesten Schicht nach einem der Ansprüche 1
bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass als Beschich-
tungsverfahren ein Online-gesteuertes, wasserstabi-
liertes Plasmaspritzverfahren angewendet wird.

14. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und

verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass er aus reinem Eisenoxid Fe_2O_3 besteht.

15. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass er aus Eisenoxid Fe_2O_3 und wenigstens einem weiteren metallischen Werkstoff besteht.

16. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass er aus Eisenoxid Fe_2O_3 und wenigstens einer metallischen Verbindung besteht.

17. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch einen Zusatz aus Karbid/en oder Nitrid/en oder Silizid/en oder Borid/en oder Oxiden.

18. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch den Zusatz einer Mischung aus Metallen, intermetallischen Verbindungen, Karbiden, Nitriden, Siliziden, Boriden und/oder Oxiden.

19. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 15, gekennzeichnet durch Eisenoxid Fe_2O_3 und einen Zusatz von bis zu 50 Gew.-%, vorzugsweise bis zu 40 Gew.-% Cr, CrNi, oder einen ferritischen Stahl.

20. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass er aus Eisenoxid Fe_2O_3 und Karbiden von W, Cr, Mo, Ta, Ti, V besteht.

21. Werkstoff nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass er aus Eisenoxid Fe_2O_3 mit einem Zusatz von bis zu 30 Gew.-%, vorzugsweise bis zu 20 Gew.-%, Wolfram- und/oder Chromkarbiden besteht.

22. Werkstoff zum Herstellen einer korrosions- und verschleißfesten Schicht auf einem Substrat mit dem Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 oder 17, gekennzeichnet durch eine Mischung aus Eisenoxid Fe_2O_3 und Chromoxid.

23. Werkstoff nach Anspruch 22, gekennzeichnet durch einen Anteil des Chromoxids zwischen 1 und 40 Gew.-% vorzugsweise zwischen 5 und 30 Gew.-% liegt.

24. Werkstoff nach einem der Ansprüche 14 bis 23, gekennzeichnet durch eine Korngrösse des pulverförmigen Spritzwerkstoffs von 0,05 bis 150 μm , vorzugsweise 0,1 bis 120 μm .

25. Werkstoff nach einem der Ansprüche 14 bis 23, gekennzeichnet durch einen Fülldraht als drahtförmigen Spritzwerkstoff, dessen Füllung aus Magnetit und dessen Mantel aus einer Legierung besteht.

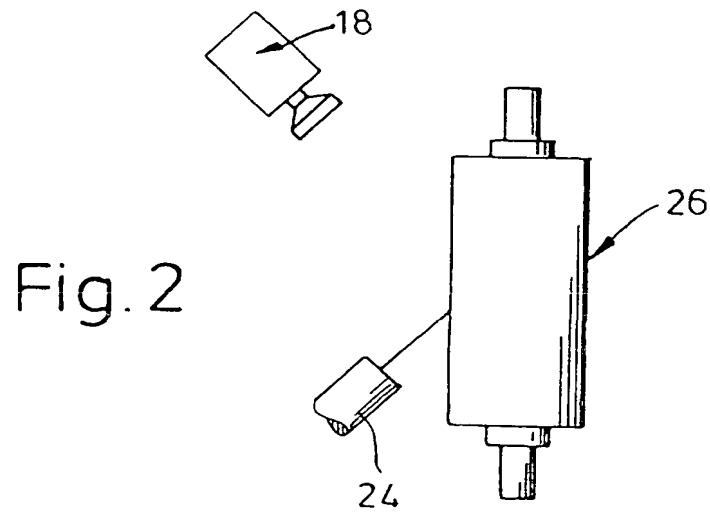
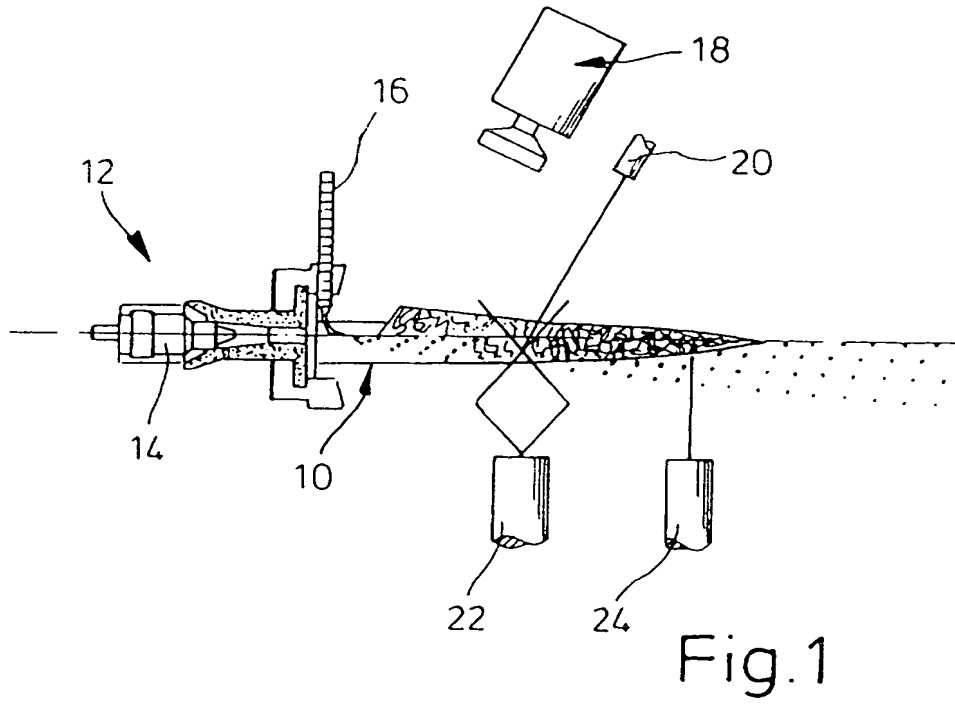
26. Werkstoff nach einem der Ansprüche 14 bis 25, gekennzeichnet durch ein aus dem pulverförmigen Werkstoffgemisch durch Sprühtrocknen hergestelltes Pulver Korn mit guten Fließeigenschaften.

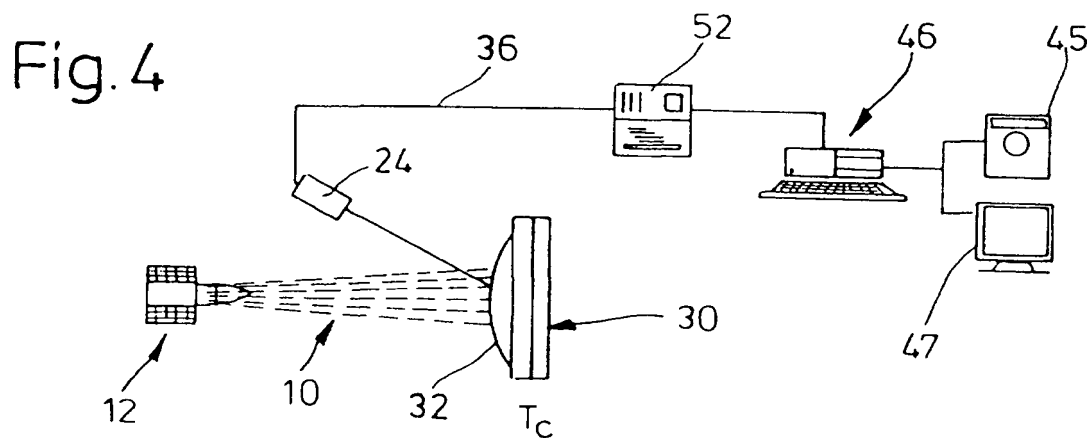
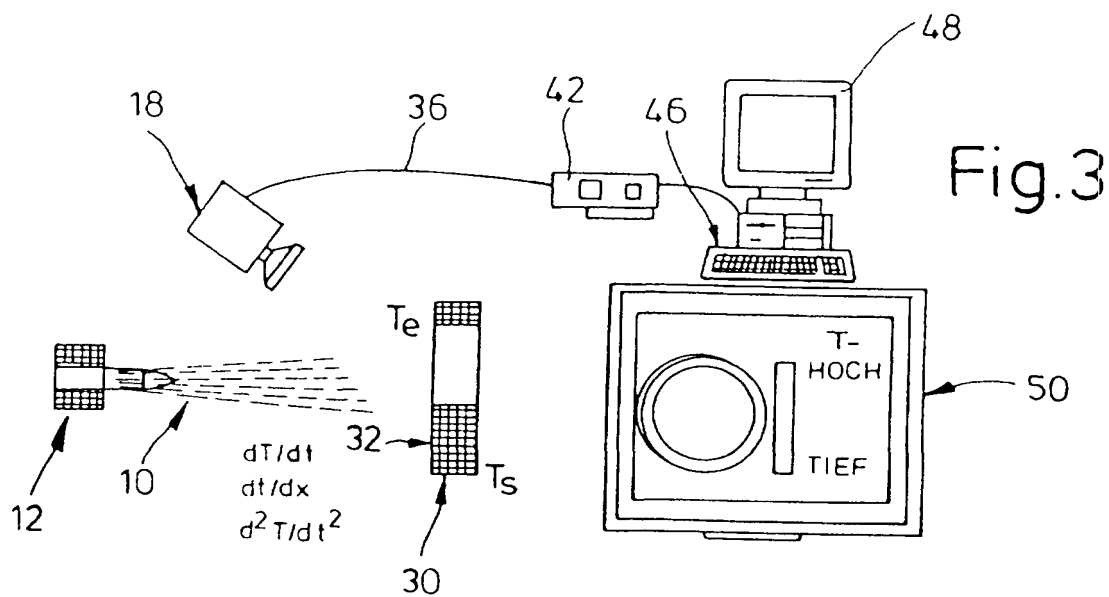
27. Werkstoff nach Anspruch 14 oder 15, gekennzeichnet durch ein aus dem pulverförmigen Werkstoffgemisch mittels eines Agglomerationsverfahren herge-

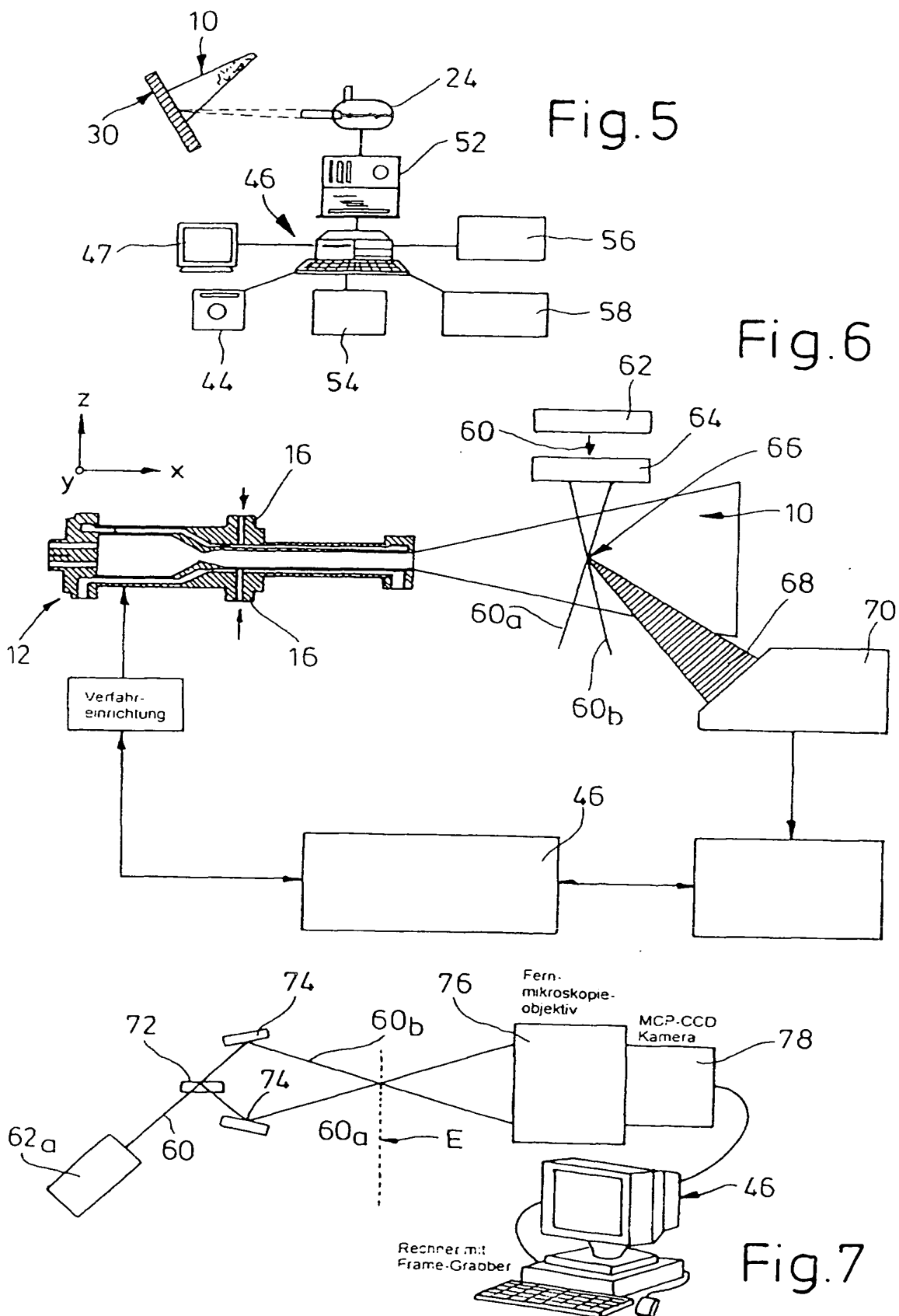
stelltes entmischungssicheres Pulver Korn.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -







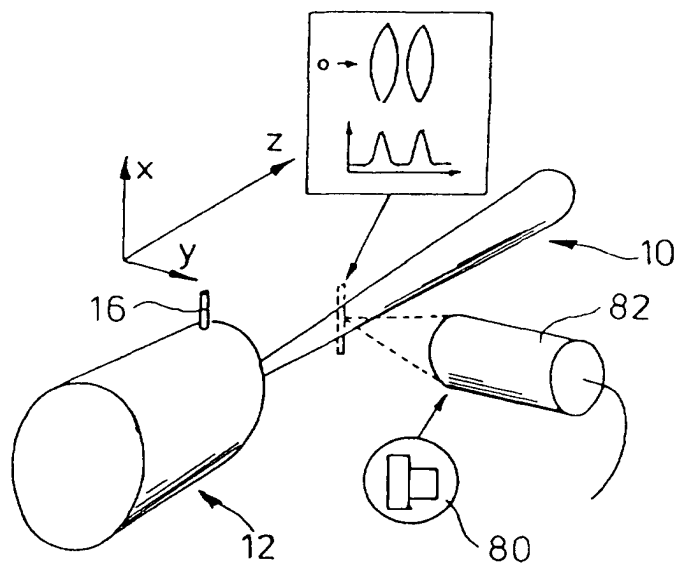


Fig. 8

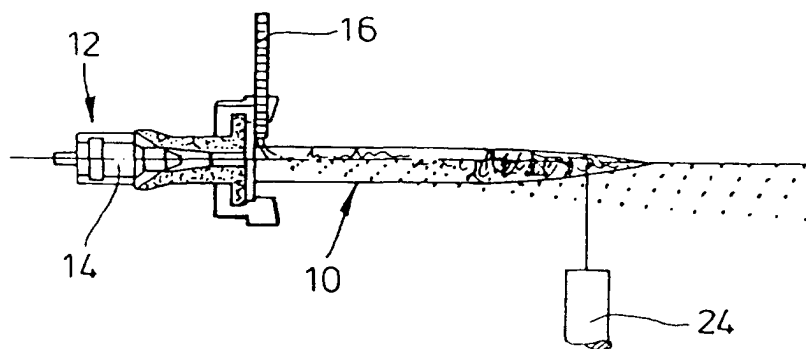


Fig. 9